

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 septembre 2002 (26.09.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/075362 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : G01V 1/00,
B06B 1/06, G01S 15/89

(72) Inventeurs; et

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR02/00980

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : ETLING,
Françoise, Elisabeth [FR/FR]; 27 Résidence Beausoleil,
92210 Saint Cloud (FR). BRUSSIEUX, Marc [FR/FR]; 5,
rue Guilbaud, F-29200 Brest (FR).

(22) Date de dépôt international : 20 mars 2002 (20.03.2002)

(74) Mandataire : ROBOPLANET SARL; 6 Rue de Denver,
F-29200 Brest (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

01/03728

20 mars 2001 (20.03.2001) FR

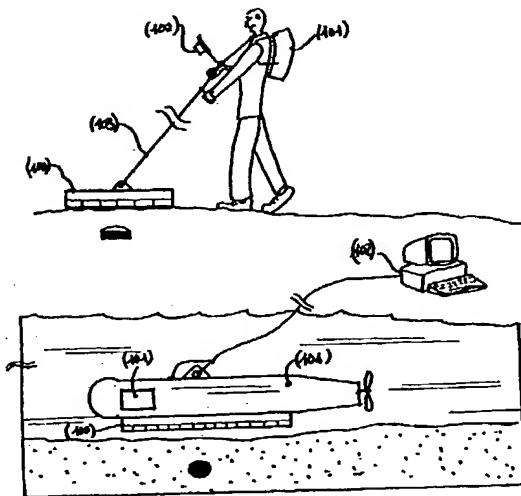
(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI,
SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
ROBOPL@NET SARL [FR/FR]; 6 Rue de Denver,
F-2900 Brest (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: ACOUSTIC IMAGER FOR BURIED OBJECTS

(54) Titre : IMAGEUR ACOUSTIQUE D'OBJETS ENFOUIS



(57) Abstract: The invention relates to a device that is used to detect, classify and identify objects buried in a surrounding environment, such as the ground, using acoustic waves. As used herein, classification' is the action of determining a family to which the buried object belongs (e.g.: said object buried in the sediment is a stone, a mine, a sedimentary bed, a cable or a pipe line) and identification' is the action of determining the object's type within said family (e.g.: said object is of the Manta' type in the family of mines). The invention also functions in a moist environment (sea beds, river beds, lakes, swamps, etc.) and in water.

[Suite sur la page suivante]

WO 02/075362 A1



(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet curasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative au droit du déposant de demander et d'obtenir un brevet (règle 4.17.ii) pour les désignations suivantes AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT,

BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii) pour toutes les désignations
- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv) pour US seulement

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention a pour but de détecter, de classer et d'identifier les objets enfouis dans un milieu environnant tel que le sol en utilisant pour cela des ondes acoustiques. On entend par 'classification' l'action de déterminer une famille à laquelle l'objet enfoui appartient (exemples: cet objet enfoui dans le sédiment est un caillou ou une mine ou un strate sédimentaire ou un câble ou un pipe line), et par 'identification' l'action de déterminer quel est le type de l'objet dans sa famille (exemple: cet objet est de type 'Manta' dans la famille des mines). L'invention fonctionne aussi en milieu humide (fond des mers, des rivières, lacs, marais..) et dans l'eau.

IMAGEUR ACOUSTIQUE D'OBJETS ENFOUIS

5 La présente invention a pour objet un dispositif destiné à détecter, classifier, et discriminer des objets par rapport à leur environnement par l'utilisation d'ondes acoustiques .

Le problème de la *détection* (c'est à dire l'action consistant
10 à déterminer la présence ou l'absence) d'un objet enfoui dans un milieu tel le sol par leur écho ultrasonore, est un problème qui a déjà été abordé: Ainsi, on sait *détecter* les objets enfouis dans le fond de la mer au moyen de sonars travaillant dans le domaine des basses fréquences, qui
15 pénètrent bien les sols. En revanche, l'état de la technique ne comprend que très peu de sonars *classificateurs* ou *identificateurs* d'objets enfouis, car ces opérations sont plus délicates: le sonar doit créer une image aussi fine que possible de l'objet enfoui pour en distinguer les détails qui
20 permettront de le reconnaître. Il n'existe pas de dispositif permettant d'obtenir une image précise d'objets enfouis dans le sol.

La technique connue la plus proche de l'invention consiste à
25 projeter vers le sol des faisceaux acoustiques fins créés par une technique d'émission non linéaire dite 'émission paramétrique', et de juxtaposer sur un support visuel les signaux reçus pour représenter l'objet. Toutefois, cette technique telle qu'exposée dans le brevet n° EP0965860
30 présente les inconvénients suivants:

La technique d'émission paramétrique, décrite notamment dans la thèse de doctorat d'état ès sciences physiques de l'université Paris VI intitulée 'Contribution théorique et

expérimentale à l'étude de l'émission et de la réception paramétrique' (auteur : Pierre Cervenka) utilise un rayonnement émis, dit rayonnement primaire, de fréquence porteuse supérieure à 100kHz dans la description du brevet 5EP0965860 déjà cité , qui engendre par propagation non linéaire dans l'eau un rayonnement basse fréquence qui pénètre le sol.

Cette technique d'émission présente plusieurs inconvénients et limitations:

10 Elle nécessite tout d'abord qu'une lame d'eau d'épaisseur minimale D_{min} existe entre l'émetteur sonar et le sol où est enfoui l'objet. Pour permettre au rayonnement primaire d'engendrer au cours de sa propagation non linéaire à travers cette lame un rayonnement secondaire de niveau suffisant pour
15 pénétrer le sol, cette lame d'eau doit typiquement atteindre une épaisseur minimale D_{min} de plusieurs dizaines à plusieurs centaines de centimètres. Le dispositif décrit dans le brevet EP0965860 déjà cité ne peut donc pas opérer directement en contact avec le sol, et par conséquent l'utilisation en est
20 limitée aux zones où la profondeur d'eau est supérieure à D_{min} . En particulier ce dispositif ne peut être utilisé là où il y a très peu ou pas d'eau notamment dans les rizières, les flaques, les marais, les terrains inondés par exemple, où peuvent se trouver des objets enfouis à investiguer.

25

La technique d'émission non-linéaire a, par ailleurs, un très mauvais rendement : le rayonnement secondaire est typiquement atténué de 30 à 40 décibels par rapport au rayonnement primaire émis par l'émetteur, ce qui limite beaucoup la portée
30 du sonar.

De plus, la petite aire des antennes d'émission employées pour réaliser un émetteur acoustique paramétrique directif constitue un handicap. En effet, l'aire d'un tel projecteur

d'émission doit être typiquement voisine de l'aire de la cellule de résolution de l'image que l'on cherche à créer, c'est à dire quelques centimètres carrés. Compte tenu des flux de puissance sonore maxima admissibles par les transducteurs dans la bande considérée, typiquement de l'ordre de quelques Watts/cm², le niveau sonore secondaire projeté sur la cible, déjà fortement atténué par le très mauvais rendement mentionné précédemment, est très faible, ce qui se traduit par une réduction supplémentaire de la profondeur de pénétration dans le sol.

Un autre inconvénient vient de la manière dont est constituée l'image. Le dispositif du brevet EP0965860 déjà cité découpe l'objet en voxels (éléments de volume) aussi fins que possibles par l'utilisation de faisceaux très directifs à l'émission (typiquement 2 degrés). Un inconvénient de cette directivité est de limiter l'observation de l'objet enfoui aux seuls points de chacune de ses tranches où le faisceau sonore directif découpant la tranche est réfléchi spéculairement vers le sonar (points dits 'brillants'), les autres points de la tranche restant peu ou pas visibles, d'où une observation très incomplète de l'objet.

Le but de l'invention est précisément d'apporter une solution relativement simple et économique aux inconvénients des réalisations antérieures, décrits ci-avant et de proposer un dispositif capable de donner des images tridimensionnelles des objets enfouis dans un milieu tel que le sol.

IV . DESCRIPTION DE L'INVENTION :

L'invention fait coopérer les moyens suivants référencés et présentés en regard des figures annexées: des moyens
5 d'émission et de réception (100), des moyens de traitement du signal (101) et de moyens de contrôle, de représentation, de transmission et d'archivage (102).

Les moyens d'émission et de réception sont constitués par une
10 antenne (200,201,202), de moyens électroniques d'émission et de réception (204 à 208), des moyens optionnels de couplage acoustique entre l'antenne et le sol (203,211,212) .

L'antenne d'émission et de réception (200,201,202) est
15 préférentiellement plane et comporte un ou plusieurs émetteurs ultrasonores non paramétriques, non directifs, large bande (201) et un ou plusieurs récepteurs ultrasonores non directifs large bande (202) de types connus, disposés sur la surface de l'antenne préférentiellement en rang unique ou en matrice. Les
20 émetteurs peuvent être actionnés soit en même temps soit séquentiellement. Ils émettent une impulsion courte de durée $T=1/B$ typiquement de l'ordre de 20 microsecondes, et de fréquence centrale préférentiellement comprise dans l'intervalle 10kHz à 100kHz. La densité de puissance
25 surfacique émise est de l'ordre de 10 Watts par centimètre carré d'antenne. Les transducteurs d'émission (201) sont dans une réalisation préférée de l'invention différents de ceux de réception (202), et répartis géométriquement entre les transducteurs de réception. Toutefois, une variante de
30 l'invention utilisera des transducteurs pouvant à la fois émettre et recevoir.

Les transducteurs composant l'antenne (201,202) ont un lobe de directivité le plus ouvert possible , préférentiellement supérieur à 90 degrés, pour pouvoir observer tout le volume

situé sous l'antenne. Pour cela, la dimension typique de la face parlante d'un transducteur est d'une demi longueur d'onde, qui peut varier de 1 et 10 centimètres selon la fréquence centrale choisie dans la bande de travail préférée.

5 La plus grande dimension de l'antenne (200) peut donc varier selon diverses réalisations de l'invention de quelques centimètres à quelques mètres, fonction des capacités d'emport, de la fréquence choisie et des besoins en vitesse de couverture du système, la dimension de l'antenne étant voisine
10 de la dimension de la zone de terrain qu'il est possible d'imager sous l'antenne.

Les moyens électroniques d'émission et de réception (204 à 208), sont constitués d'amplificateurs d'émission (204) et de
15 réception (208), de moyens électroniques de focalisation, conditionnement et d'interface (205,207), et de moyens d'échanges de signaux (206).

Le bloc d'électronique de focalisation, conditionnement et d'interface d'émission (205) distribue aux émetteurs de
20 puissance d'émission (204) le signal émis avec les retards convenables pour que l'énergie ultrasonore émise par les transducteurs émetteurs (201) soit focalisée autour du point (M) du volume (V) enfoui que l'on explore. Une variante de l'invention n'utilise qu'un seul et même amplificateur (204)
25 pour attaquer en parallèle tous les transducteurs émetteurs (201), ces transducteurs émettent alors tous en même temps.

Le bloc d'électronique de conditionnement et d'interface de réception (207) collecte tous les signaux des récepteurs (202) individuellement préamplifiés par les amplificateurs faible
30 bruit adaptés (208), les conditionne et les transmet aux moyens de traitement du signal (101).

Les moyens optionnels de couplage acoustique antenne et le sol (203,211,212) réalisent la transmission d'énergie

acoustique entre l'antenne et le milieu tel que le sol où l'objet est enfoui, quand celui-ci est sec notamment, par un coussin de matière couplante (212) qui pourra avantageusement être une lame de liquide. Dans ce cas, cette lame liquide 5 pourra être avantageusement créée en équipant la périphérie de l'antenne (200) d'une jupe d'étanchéité souple épousant les formes de l'antenne (203) et en injectant le liquide sous l'antenne au moyen d'au moins une buse d'injection de liquide (211).

10 Le liquide injecté à travers la buse (211) sous l'antenne est retenu partiellement par la jupe (203), de sorte que l'antenne (200) est partiellement supportée par la lame liquide retenue (212), à la manière d'un hydroglisseur.

Lorsque l'antenne (200) est utilisée dans un liquide, en mer 15 par exemple, l'existence d'une lame d'eau 'naturelle' entre l'antenne et le sol rend inutile ce moyen de couplage acoustique.

Un avantage de l'invention est qu'elle ne nécessite pas que l'épaisseur de la lame de matière couplante (212) soit 20 importante : une épaisseur de l'ordre du millimètre suffit.

Les moyens de traitement du signal (101) collectent les 25 signaux provenant des transducteurs (202) formant l'antenne de réception, convenablement amplifiés et conditionnés par les moyens (207,208), et focalisent l'antenne de réception au point (M). Le point focal (M) est donc simultanément point focal de l'antenne d'émission constituée de l'ensemble des 30 transducteurs (201) et point focal de l'antenne de réception constituée de l'ensemble des transducteurs de réception (202). Focaliser l'antenne d'émission au point (M) signifie qu'à chaque impulsion émise par le sonar, les retards appliqués aux instants d'émission de l'impulsion par les transducteurs (201)

sont ajustés par les moyens de traitement du signal (101) pour que l'énergie acoustique vienne se concentrer au voisinage du point (M). Focaliser l'antenne de réception au point (M) signifie que les moyens de traitement du signal (101) appliquent aux signaux provenant des transducteurs de réception (202) l'algorithme connu retard - sommation - filtrage. Cet algorithme connu consiste à compenser les délais de propagation retour de l'impulsion réfléchie par le point (M) aux centres de phase des transducteurs (202) par des retards individuellement appliqués aux signaux reçus par lesdits transducteurs (202), sommer lesdits signaux reçus, filtrer le signal somme et y détecter l'amplitude sonore réfléchie par le point (M). L'ajustage desdits retards est effectué au moyen d'un algorithme connu d'autofocalisation, par exemple du type dénommé 'maximum de contraste'.

Dans le cas de la variante de l'invention où tous les transducteurs émetteurs (201) émettent simultanément, on ne modifie pas le processus de focalisation de l'antenne de réception au point (M). L'avantage de cette variante sans focalisation de l'antenne d'émission est de simplifier le dispositif d'émission et réduire le coût du système, au prix d'une réduction du contraste des images produites.

Les moyens de contrôle, représentation, transmission, archivage (102) contrôlent l'ensemble du dispositif. Ils font varier les coordonnées (209,210) du point de focalisation (M) des antennes au sein du volume (V) en faisant varier les retards de focalisation des antennes d'émission et de réception pour mesurer l'amplitude réfléchie en tout point (M) du volume (V) jusqu'à ce que (V) soit intégralement observé.

Ils peuvent créer ainsi une image tridimensionnelle du volume de sol (V) compris sous l'antenne (200), ou limiter l'investigation à des coupes bidimensionnelles de ce volume.

Ces données image peuvent être présentées à un opérateur par des moyens visuels et/ou transmis vers d'autres utilisateurs et/ou enregistrés par les moyens (102). Ces images permettent de relever différentes caractéristiques permettant 5 d'identifier la cible , notamment:

- . la forme extérieure de l'objet enfoui dans le sédiment
- . le cas échéant (lorsque l'énergie incidente est suffisante pour pénétrer l'objet et/ou lorsque 'enveloppe de cet objet est suffisamment perméable aux ondes acoustiques) la forme de 10 ses constituants internes.
- . la position et l'orientation de l'objet par rapport à la surface du sédiment.
- . la présence , au dessus de l'objet , d'une texture caractéristique du sédiment où l'objet est enfoui. Cette 15 mesure de la variabilité spatiale du signal réverbéré par le sédiment situé au dessus de l'objet peut, de manière connue, révéler si ce sédiment a été fraîchement remué par exemple, ou bien encore si la nature du sédiment entourant le point (M) diffère des sédiments alentours, fait qui peut marquer 20 l'existence d'une structure sédimentaire recherchée, aurifère ou diamantifère notamment.

25 Les différents moyens dont la structure a été décrite ci avant sont mis en oeuvre de la façon suivante:

Un véhicule (104) ou un homme porte l'antenne, son électronique, et la déplace dans l'espace, au voisinage 30 immédiat ou au contact de l'interface avec le milieu, pour imager la zone où est enfoui l'objet. L'antenne peut être portée par exemple au bout d'une perche du type 'poêle à frire' (103), ou par un engin (104) terrestre, marin, ou sous-marin comme un poisson remorqué ou comme un robot sous-marin.

Les avantages de l'invention sont les suivants. La faible distance séparant l'antenne de l'objet permet des cadences 5 d'émission élevées , de l'ordre de plusieurs centaines de hertz. Chaque émission sonar permettant d'examiner, pour certaines réalisations de l'invention, une à plusieurs dizaines de voxels (éléments de volume) par émission sonar , il en résulte une capacité de l'invention à délivrer des 10 images tridimensionnelles à une cadence de l'ordre du millier à une dizaine de milliers de voxels par seconde.

L'antenne émet des ondes acoustiques de manière classique et non plus selon la technique paramétrique utilisée dans l'état de l'art, ce qui a l'avantage d'augmenter le niveau sonore 15 incident sur l'objet enfoui au point (M) observé d'au moins 30 décibels.

La résolution des images ne dépend plus de l'aire de l'antenne d'émission, on peut donc utiliser une antenne d'émission de grande aire, ce qui augmente encore le niveau sonore susdit 20 d'au moins 10 décibels.

Par ailleurs, les transducteurs d'émission projettent l'énergie acoustique sur l'objet de manière non directive, ce qui permet d'observer toutes ses parties, et non seulement ses points 'brillants'.

25

Les avantages conférés à l'invention par le gain en niveau sonore et à l'insonification non directive ainsi obtenus rendent observables de plus nombreux détails de l'objet: notamment certaines parties moins réfléchissantes ainsi que 30 les points non spéculaires. Quand l'objet est acoustiquement pénétrable, sa constitution interne est ainsi mieux contrastée. La portée du sonar, c'est à dire la profondeur maximale à laquelle il est possible d'examiner un objet enfoui, est également accrue.

35

REVENDICATIONS

5

1. Dispositif destiné à détecter, classifier, et discriminer des objets par rapport à leur environnement, notamment les objets enfouis dans les sols terrestres ou marins, par l'utilisation d'ondes acoustiques, caractérisé en ce qu'il comprend:

un ensemble de transducteurs acoustiques d'émission (201) de bande passante relative supérieure à 10%, non paramétriques, non directifs, ce dernier terme signifiant classiquement que l'ouverture à -3 décibels de leur lobe de directivité est au moins égale à 10 degrés, et préférentiellement supérieure à 60 degrés, lesdits transducteurs (201) étant associés en rang unique ou en matrice pour former une antenne d'émission préférentiellement plane

un ensemble de transducteurs acoustiques de réception (202) de bande passante relative supérieure à 10%, non directifs au sens décrit ci-dessus, associés en rang unique ou en matrice pour former une antenne de réception préférentiellement plane, ces transducteurs acoustiques (202) étant préférentiellement distincts des transducteurs émetteurs (201)

des moyens électroniques d'émission (204) et de réception (208) permettant d'amplifier les signaux émis et reçus des transducteurs (201,202)

des moyens électroniques assurant la focalisation, le conditionnement et l'interfaçage d'émission (205) permettant de faire émettre par les transducteurs (201) des impulsions acoustiques focalisées selon la technique connue des retards en un point (M) de l'espace , le point de focalisation (M) étant positionné par le jeu des retards de focalisation appliqués aux signaux transmis par les transducteurs (201) à chaque émission au sein d'un volume de sol (V) à investiguer

10

des moyens électroniques assurant la focalisation, le conditionnement et l'interfaçage de réception (207) permettant de focaliser l'observation à la réception au voisinage des point (M) de l'espace où se réfléchit l'énergie émise, selon la technique connue 'retards et sommation' des signaux provenant des récepteurs (202)

15

des moyens électroniques assurant la transmission des signaux (206) et des moyens électroniques assurant le contrôle, le traitement, l'archivage et l'affichage (101,102) permettant de représenter, de transmettre à un opérateur local ou distant, et d'enregistrer les signaux acoustiques sortant de l'étage (207), sous forme de vues bi et tridimensionnelles de l'énergie réfléchie par les points (M) observés au sein du volume (V)

20

25

et caractérisé par ailleurs en ce que les faces parlantes des transducteurs (201, 202) émettent et reçoivent dans une couche d'eau d'épaisseur non nulle (212) baignant la surface du sol où sont enfouis lesdits objets.

30

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que, lorsque ladite couche d'eau d'épaisseur non nulle (212) caractérisant le dispositif n'existe pas naturellement sur le sol, elle est créée
5 artificiellement par injection d'eau sous les transducteurs acoustiques (201, 202) au moyen d'au moins un conduit (211), dans le but que cet apport d'eau crée une couche d'eau d'épaisseur non nulle (212) sur le sol dans laquelle les faces parlantes des transducteurs
10 acoustiques (201, 202) baignent et à travers laquelle les ultrasons se propagent.

3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce q'une jupe d'étanchéité (203) additionnelle aide à
15 retenir latéralement ladite flaque d'eau (212) à travers laquelle passe le son.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que les impulsions
20 acoustiques émises sont préférentiellement de durée courte de l'ordre de 20 microsecondes, et leur énergie principalement répartie dans la bande des fréquences comprise entre 10 kHz et 100 kHz.

25
5. Système caractérisé en ce qu'il comprend:
le dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes
des moyens mécaniques permettant le transport dudit
30 dispositif tels qu'un véhicule marin (104) ou terrestre (103) permettant l'exploration d'un espace au moyen dudit dispositif.

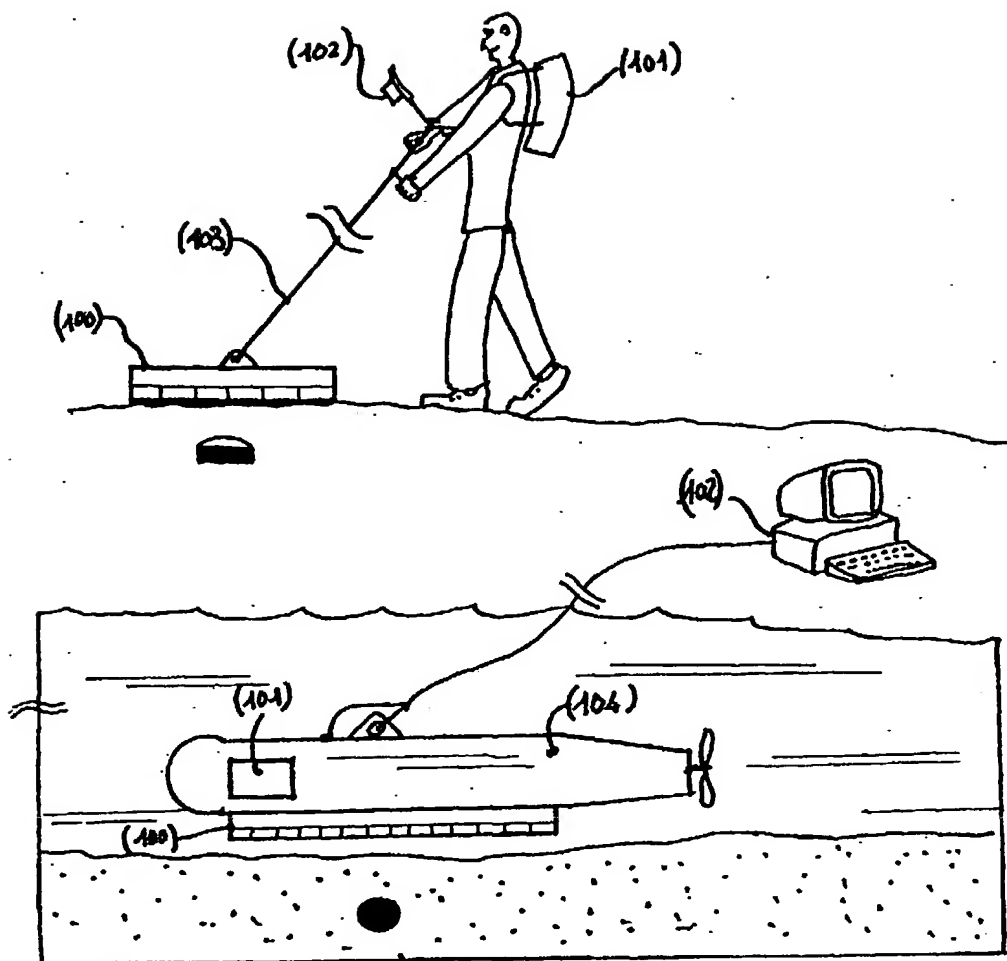


fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/00980

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01V1/00 B06B1/06 G01S15/89

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01V B06B G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 055 214 A (WILK PETER J) 25 April 2000 (2000-04-25) column 1, line 38 -column 3, line 45 column 7, line 52 -column 8, line 4 ---	1-5
Y	US 5 537 367 A (LOCKWOOD GEOFFREY R ET AL) 16 July 1996 (1996-07-16) column 1, line 14 - line 40 column 2, line 3 - line 20 ---	1-5
A	US 5 781 504 A (MCDONALD ROBERT J ET AL) 14 July 1998 (1998-07-14) column 3, line 55 -column 4, line 20 --- -/-	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 August 2002

Date of mailing of the international search report

28/08/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lorne, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 02/00980

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 949 348 A (DORR JOHN A) 6 April 1976 (1976-04-06) column 1, line 6 - line 7 column 2, line 62 - column 3, line 26; figure 5 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 02/00980

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6055214	A	25-04-2000	AU 5078799 A BR 9908879 A CA 2324084 A1 WO 9951995 A2	25-10-1999 23-10-2001 14-10-1999 14-10-1999
US 5537367	A	16-07-1996	NONE	
US 5781504	A	14-07-1998	NONE	
US 3949348	A	06-04-1976	AU 449298 B AU 3249671 A CA 950104 A1 DE 2150897 A1 FR 2110445 A5 GB 1306769 A JP 55047513 B ZA 7105457 A	06-06-1974 22-02-1973 25-06-1974 20-04-1972 02-06-1972 14-02-1973 01-12-1980 26-04-1972

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 02/00980

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 G01V1/00 B06B1/06 G01S15/89

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01V B06B G01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 6 055 214 A (WILK PETER J) 25 avril 2000 (2000-04-25) colonne 1, ligne 38 -colonne 3, ligne 45 colonne 7, ligne 52 -colonne 8, ligne 4	1-5
Y	US 5 537 367 A (LOCKWOOD GEOFFREY R ET AL) 16 juillet 1996 (1996-07-16) colonne 1, ligne 14 - ligne 40 colonne 2, ligne 3 - ligne 20	1-5
A	US 5 781 504 A (MCDONALD ROBERT J ET AL) 14 juillet 1998 (1998-07-14) colonne 3, ligne 55 -colonne 4, ligne 20 -/-	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

A document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

E document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

L document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

O document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

P document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

22 août 2002

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/08/2002

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lorne, B

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 02/00980

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 3 949 348 A (DORR JOHN A) 6 avril 1976 (1976-04-06) colonne 1, ligne 6 - ligne 7 colonne 2, ligne 62 - colonne 3, ligne 26; figure 5</p> <p>-----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 02/00980

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6055214 A	25-04-2000	AU 5078799 A	25-10-1999
		BR 9908879 A	23-10-2001
		CA 2324084 A1	14-10-1999
		WO 9951995 A2	14-10-1999
US 5537367 A	16-07-1996	AUCUN	
US 5781504 A	14-07-1998	AUCUN	
US 3949348 A	06-04-1976	AU 449298 B	06-06-1974
		AU 3249671 A	22-02-1973
		CA 950104 A1	25-06-1974
		DE 2150897 A1	20-04-1972
		FR 2110445 A5	02-06-1972
		GB 1306769 A	14-02-1973
		JP 55047513 B	01-12-1980
		ZA 7105457 A	26-04-1972